

ANALISIS FINANSIAL PENGEMBANGAN ENERGI LAUT DI INDONESIA

Financial Analysis of Developing Ocean Energy in Indonesia

Estu Sri Luhur, Rizky Muhartono dan Siti Hajar Suryawati

Balai Besar Penelitian Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan

Jl. KS. Tubun Petamburan VI Jakarta 10260

Telp. (021) 53650162, Fax. (021) 53650159

Email: s2luhur@yahoo.co.id

Diterima 25 Maret 2013 - Disetujui 4 Juni 2013

ABSTRAK

Krisis energi mengharuskan pemerintah untuk mendorong pengembangan dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan, termasuk energi yang memanfaatkan arus laut, gelombang laut, pasang surut dan perbedaan suhu air laut. Energi laut mampu menghasilkan listrik yang dapat diakses oleh sektor industri dan rumah tangga perikanan secara luas. Untuk itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis secara finansial terhadap pengembangan energi laut di Indonesia. Data yang digunakan adalah data sekunder yang dikumpulkan selama bulan Maret – November 2012. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode analisis yang digunakan adalah analisis finansial dengan menghitung biaya produksi dan biaya pembangunan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi laut. Hasil kajian menunjukkan bahwa jenis energi laut yang bernilai ekonomis adalah energi arus laut dengan biaya sebesar Rp1.268/kWh, energi gelombang laut dengan biaya sebesar Rp1.709/kWh dan energi pasang surut dengan biaya sebesar Rp 2.048/kWh. Sementara itu, energi yang memanfaatkan perbedaan suhu air laut menunjukkan biaya yang sangat besar, yaitu mencapai Rp. 4.030/kWh. Jika dibandingkan dengan biaya produksi dari listrik konvensional yang dihasilkan PT (Persero) PLN yang sebesar Rp. 1.163/kWh maka pengembangan energi laut disarankan fokus pada energi arus laut, energi gelombang laut dan energi pasang surut.

Kata Kunci: analisis finansial, energi laut, tarif listrik

ABSTRACT

Energy crisis was pushed the government to encourage developing and utilizing of new and renewable energy, including energy of ocean currents, waves, tidal and ocean thermal. Ocean energy can produce electricity that can be accessed by household and fisheries industry sector. This study aimed to analyze development of ocean energy in Indonesia. Data used were secondary data which collected during March to November 2012. Data obtained and analyzed by quantitative approaches. Financial analysis was used to calculate cost of production and cost of building power plants from ocean energy. Results showed that type of economically valuable ocean energy were ocean currents energy with cost Rp1.268/kWh, ocean wave energy with cost Rp1.709/kWh and tidal energy with cost Rp2.048/kWh. Meanwhile, ocean thermal energy indicated enormous costs, which reached Rp 4.030/kWh. When compared to the production costs of conventional electricity generated by PT (Persero) PLN at Rp 1.163/kWh, development of ocean energy recommended to focus on ocean current, wave and tidal energy.

Keywords: financial analysis, ocean energy, electrical tariff

PENDAHULUAN

Energi berupa bahan bakar dan listrik memiliki peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial ekonomi dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional. Kebutuhan energi di Indonesia cenderung naik rata-rata 4,8% per tahun selama periode 2000 – 2035 yang sejalan dengan pertumbuhan PDB yang meningkat sekitar 3,2% - 6% pada periode yang sama (Santosa dan Yudiartono, 2011). Sementara itu, akses ke energi yang handal dan terjangkau merupakan prasyarat utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat (Kementerian ESDM, 2008).

Secara sederhana pembagian energi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu energi terbarukan dan energi tidak terbarukan. Energi terbarukan adalah energi yang memanfaatkan sumber daya yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga surya, pasang surut dan bahan bakar nabati. Energi yang tidak terbarukan adalah energi yang memiliki persediaan yang dibatasi waktu seperti energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi. Sampai saat ini, minyak bumi masih merupakan sumber energi yang utama dalam memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Namun, ketersediaan energi yang berasal dari fosil ini menjadi isu penting karena makin menipisnya cadangan minyak bumi yang secara langsung dapat mengancam pasokan bahan bakar dan listrik bagi masyarakat.

Sektor kelautan dan perikanan sangat berkepentingan terhadap isu energi tersebut karena laut menyimpan potensi besar sebagai sumber energi alternatif sehingga sangat potensial untuk dikembangkan. Energi laut merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan segala bentuk energi terbarukan yang dapat dihasilkan dari pemanfaatan sumber daya laut, meliputi energi gelombang, energi pasang surut, arus sungai, energi arus laut, angin lepas pantai, energi gradien salinitas dan energi laut gradien termal (Busaeri, 2011).

Secara teknis, energi laut adalah energi yang dapat dihasilkan dari energi kinetik pergerakan mekanik air laut, energi potensial dari perbedaan ketinggian muka air laut serta perbedaan temperatur air laut. Energi laut dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi yang telah berkembang pesat di dunia

internasional. Energi-energi tersebut merupakan energi terbarukan karena berasal dari proses alam yang berkelanjutan (Kementerian ESDM, 2012).

Permasalahannya sampai saat ini potensi energi laut tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena terhambat oleh besarnya biaya investasi yang dibutuhkan dalam pembangunan pembangkit listriknya. Kendala yang dihadapi juga menyangkut kebijakan pemerintah yang masih berpihak pada pemanfaatan energi bahan bakar fosil bersubsidi. Dengan demikian, dari segi tarif dan kualitas, energi kelautan belum dapat bersaing dengan energi konvensional yang masih menjadi pasokan primer bagi masyarakat. Untuk itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis secara finansial terhadap pengembangan dan pemanfaatan energi laut di Indonesia.

METODOLOGI

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam kajian ini adalah data sekunder dan primer. Data sekunder meliputi berbagai dokumen, laporan, dan publikasi lainnya yang terkait dengan kebutuhan informasi energi laut, seperti peraturan perundangan, data potensi energi laut, serta hasil kajian yang ada terkait dengan pemanfaatan energi laut. Data sekunder diperoleh melalui penelusuran pustaka, baik cetak maupun elektronik dan juga melalui kegiatan *workshop* yang diselenggarakan pada awal tahun 2012. Sementara itu, data primer meliputi data terkait besarnya investasi, khususnya biaya instalasi darat, yang diperoleh dari wawancara dengan investor di bidang pembangunan pembangkit listrik.

Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis finansial untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk membangun sebuah instalasi energi dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga, umur pembangkit listrik, biaya modal, faktor kapasitas (kWh terpasang/kWh terpakai), dan biaya investasi (*investment cost*) sehingga tampak besaran biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan listrik 1 kwh (Azis, 2010).

Perhitungan yang pertama dilakukan adalah biaya modal (*capital cost*) dengan rumus:

$$CC = \frac{\text{Biaya pembangunan} \times \text{kapasitas pembangkit} \times CRF}{\text{Jumlah pembangkit netto tenaga listrik}}$$

Perhitungan biaya modal ini sangat bergantung pada tingkat suku bunga (*discount rate*) dan umur ekonomis. Nilai suku bunga yang diperhitungkan adalah suku bunga per tahun yang harus dibayar dengan memperhitungkan umur dari pembangkit dengan rumus (Azis, 2010):

$$CRF = [i (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$$

Keterangan/Remarks:

CRF = *Capital Recovery Factor* (desimal)

i = Suku Bunga/*Interest* (%)

n = Umur Pembangkit (tahun)/*Plant Life* (year)

CC = Biaya Modal/*Capital Cost* (US\$/kWh)

Selanjutnya, perhitungan juga dilakukan untuk menentukan biaya pembangunan (*capital investment cost*) yang dapat dihitung berdasarkan rumus (Azis, 2010):

$$\text{Biaya Pembangunan} = \frac{\text{Biaya Investasi / Invesment Cost}}{\text{Kapasitas Terpasang / Invesment Capacity}}$$

Perhitungan berikutnya adalah jumlah pembangkitan tenaga listrik (kWh/Tahun):

$$\text{kWh} = \text{Daya terpasang} \times \text{Faktor kapasitas} \times (\text{jam terpakai} \times 325 \text{ hari})$$

dan perhitungan biaya pembangkit total dengan rumus (Azis, 2010):

$$TC = CC + FC + O\&M$$

Di mana: TC adalah biaya total (*total cost*); CC adalah biaya modal (*capital cost*); FC adalah biaya bahan bakar (*fixed cost*); O&M adalah biaya operasi dan perawatan (*operation and maintenance*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan Sumber Energi Laut

Berdasarkan hasil penelaahan berbagai laporan ilmiah, teridentifikasi sejumlah sumber energi dari laut yang potensial dapat dikembangkan untuk menopang kebutuhan energi listrik bagi masyarakat pesisir. Sumber energi tersebut adalah angin, arus laut, arus pasang surut, gelombang laut, perbedaan salinitas, perbedaan temperatur air laut di permukaan dan di dasar laut dan tumbuhan laut yang dapat dikonversi menjadi biofuel. Sumber-sumber ini secara teknis merupakan alternatif bagi energi konvensional dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik bagi masyarakat yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Untuk sektor kelautan dan perikanan, energi laut memberikan harapan terutama bagi penyelesaian masalah keenergian di pulau-pulau terpencil yang belum terjangkau listrik.

Energi-energi yang disebutkan di atas merupakan bentuk-bentuk energi terbarukan yang dapat dihasilkan dari pemanfaatan sumber daya

laut. Menurut hasil penelaahan laporan mengenai perkembangan sumber-sumber energi tersebut di atas (Busaeri, 2011), secara teknis, energi-energi laut tersebut di atas dapat dikonversi dari bentuk-bentuk energi kinetik, energi potensial dan energi perbedaan temperatur air laut. Potensi pemanfaatan energi laut yang dapat dimanfaatkan secara teknologi untuk menghasilkan energi listrik baru terbatas pada empat jenis energi, yaitu:

1. Energi listrik gelombang laut, yang dikonversi dari tenaga kinetik pergerakan vertikal muka air laut (gelombang laut) melalui parameter tinggi, panjang dan periode gelombang.
2. Energi listrik pasang surut, yang dikoversi dari tenaga potensial perbedaan tinggi muka air laut.
3. Energi listrik arus laut, yang dikonversi dari tenaga kinetik pergerakan massa air laut yang melewati selat akibat pergerakan siklus pasang surut.
4. Energi listrik perbedaan suhu air laut atau OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*), yang dikonversi dari tenaga yang terkandung pada perbedaan suhu air laut di permukaan dan di laut dalam.

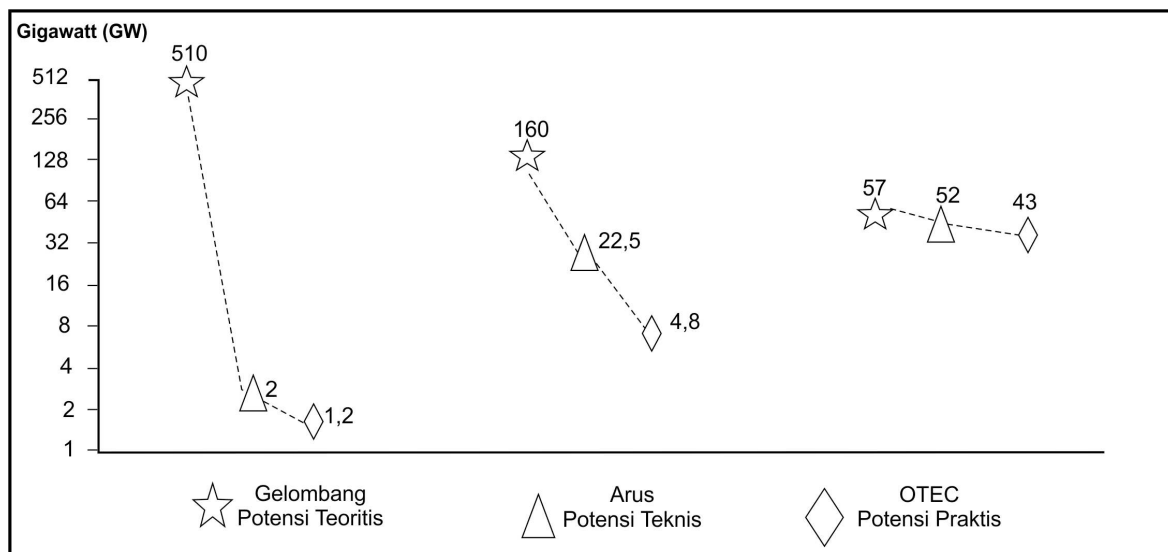
Potensi Energi Laut di Indonesia

Potensi listrik yang dihasilkan dari energi laut di Indonesia telah banyak dikaji dan dihitung oleh berbagai pihak, salah satunya adalah perhitungan yang dikeluarkan oleh Asosiasi Energi Laut Indonesia – ASELI (Erwandi, 2011). Potensi tersebut dikelompokkan menjadi potensi teoritis, potensi teknis, dan potensi praktis untuk tiga jenis teknologi konversi energi laut, yaitu arus pasang surut, gelombang laut dan energi perbedaan

temperatur laut seperti yang ditampilkan dalam Gambar 1.

Seperti terlihat pada Gambar 1, sumber daya laut yang paling memiliki peluang untuk dikembangkan adalah energi perbedaan suhu air laut (OTEC) karena potensi praktisnya paling tinggi dibandingkan sumber energi laut lainnya. Berdasarkan data yang dikeluarkan P3GL dan ESDM (2011), potensi OTEC di perairan Indonesia mencapai $2,5 \times 10^{23}$ Joule. Dengan efisiensi konversi energi panas laut sebesar 3%, maka dapat menghasilkan daya sekitar 240.000 MW (Achiruddin, 2011).

Jika dilihat dari kondisi alam dan letak geografis Indonesia yang memiliki banyak pulau dan selat maka energi laut yang memiliki prospek untuk dikembangkan adalah energi arus laut. Lebih lanjut, posisi laut Indonesia yang terletak di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia membuat arus bergerak dengan kecepatan yang tinggi. Selain kekuatan arus yang besar, laut Indonesia juga sangat kaya akan sumber energi arus pasang surut yang diperkirakan dapat menghasilkan energi arus pasang surut sebesar 4,8 GW (Derian, 2011). Potensi empat jenis energi laut beserta kapasitas pembangkit, lokasi yang potensial dan kebutuhan listriknya ditampilkan oleh Tabel 1.



Sumber/Source: Mukhtasor (2012) dan Erwandi (2011)

Gambar 1. Potensi Tiga Jenis Teknologi Energi Laut di Indonesia
Figure 1. Three Types of Potential Marine Energy Technologies in Indonesia

Tabel 1. Potensi Energi Laut, Kapasitas Pembangkit, Lokasi dan Kebutuhan Listrik di Indonesia.
Table 1. Potency of Ocean Energy, Plant Capacity, Location and Electrical Requirement in Indonesia.

Rincian/ Details	Jenis Energi Laut			
	Gelombang/ Wave	Pasang Surut/ Tidal	Arus Laut/ Currents	OTEC/Ocean Thermal
Potensi Energi/ Potency of Energy	1.200 MW ^a	4.800 MW ^a	6.000 MW ^b	220.000 MW ^a >1.500 TWh ^a
Kapasitas Pembangkit/ Plant Capacity	0,5- 2 MW ^a	10-200 MW ^a	10-200 MW ^{a,c}	5-100 MW ^a
Lokasi/Location	Pesisir dan Pulau Kecil ^a	Wilayah Timur ^a	Bali-NTT ^c	Pesisir dan Pulau Kecil ^a
Kebutuhan Listrik/ Electrical Requirement	100 kW-1,5 mW ^a	> 10 mW ^a	1-20 MW ^a	> 5 MW ^a

Sumber/Source: ^a Mukhtasor (2012); ^b Erwandi (2011); ^c Derian (2011)

Potensi Manfaat Energi Laut Bagi Masyarakat Perikanan

Energi laut dari gelombang, arus dan perbedaan suhu air laut (OTEC) berpotensi untuk menghasilkan energi listrik. Energi gelombang laut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya. Wilayah laut Indonesia yang luas memiliki potensi besar dalam menghasilkan energi listrik, namun pemanfaatannya belum optimal. Kelebihan pembangkit listrik ini adalah tidak menyebabkan polusi karena sumber penggerakannya menggunakan energi alam yang bersifat terbarukan, meskipun biaya instalasi dan perawatan mahal. Untuk merealisasikan hal tersebut perlu dilakukan kajian lebih mendalam. Pengukuran dan pemetaan potensi arus laut telah dilakukan oleh Pusat Kajian dan Pengembangan Geologi Laut (P3GL), sedangkan potensi energi yang berasal dari perbedaan temperatur masih dalam proses pengujian untuk kelayakannya oleh BPPT dan Universitas Dharma Persada (Mukhtasor, 2012).

Energi perbedaan suhu air laut merupakan pengembangan energi untuk jangka menengah dan panjang dengan menggunakan teknologi OTEC yang berfungsi multiguna seperti untuk listrik, usaha perikanan budidaya, penyediaan air mineral dan tawar, kajian, dan wisata (Nugroho, 2011). Pembangkit listrik tenaga OTEC digunakan dengan cara memanfaatkan perbedaan antara suhu air permukaan dan suhu di dalam laut

sehingga dapat menghasilkan listrik yang dapat dinikmati oleh rumah tangga dan usaha perekonomian masyarakat.

Analisis Finansial Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut, Gelombang Laut, Pasang Surut dan OTEC

Berdasarkan besarnya potensi energi laut yang dimiliki Indonesia dan tingginya nilai manfaatnya bagi masyarakat perikanan maka pembangkit listrik yang bersumber dari laut sangat potensial untuk dikembangkan. Untuk itu, kajian ini akan menganalisis secara finansial dari pembangunan pembangkit listrik tenaga energi laut dengan menggunakan analisis finansial pembangunan pembangkit listrik tenaga laut untuk menghasilkan besarnya biaya produksi dan harga jual listrik yang dihasilkan. Selanjutnya, besarnya biaya produksi tersebut akan dibandingkan dengan harga listrik dari sumber energi lainnya untuk melihat peluang pengembangannya ke depan.

Analisis finansial untuk perhitungan pembangunan pembangkitan listrik yang memanfaatkan berbagai potensi energi diambil asumsi-asumsi yang mendekati kondisi riilnya. Asumsi umum yang digunakan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya berdasarkan jenis energi lautnya. Jenis data yang digunakan dalam analisis finansial untuk 4 (empat) jenis energi laut, yaitu energi arus laut, gelombang, pasang surut dan OTEC ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Data yang Digunakan dalam Analisis Finansial.**Table 2. Data Used in Financial Analysis.**

No.	Jenis Data/Data	Arus Laut/ Currents ^{a)}	Gelombang/ Wave ^{b)}	Pasang Surut/ Tidal ^{c)}	OTEC/ Ocean Thermal ^{d)}
1.	Kapasitas Terpasang/ Investment Capacity	70 kW	100 kW	70 kW	1.000 kW
2.	Umur Pembangkit/ Plant Life	15 tahun	15 tahun	20 tahun	20 tahun
3.	Biaya Investasi/ Investment Cost	USD 210.000/kW	USD 811.111,11/kW	USD 175.000/kW	USD 6.000.000/kW
4.	Suku bunga/Interest	10%	10%	10%	10%
5.	CRF	0,11	0,11	0,11	0,11
6.	Faktor Kapasitas (kWh terpasang/kWh terpakai)/Capacity Factor (Installed kWh/used kWh)	30%	60%	37%	30%

Sumber/Source: Data diolah dari a) Aziz (2010); b) Puspitarini (2009); c) Moertini (2002); d) Mamahit (2011)

Angka di atas berdasarkan perhitungan yang memperkirakan kebutuhan material dan anggaran biaya untuk distribusi tenaga listrik dari masing-masing energi laut. Namun demikian, analisis finansial juga menggunakan investasi instalasi darat sebagai sarana pendukung. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan untuk investasi instalasi darat adalah:

1. Jarak menuju rumah penduduk dari sumber energi 3 km dengan jumlah pelanggan minimal 1.000 orang.
2. Panjang JTM 3 km dengan Tipe Saluran SUTM (saluran udara tegangan menengah).
3. Jumlah pelanggan 1.000 orang dengan Tipe Saluran SUTR @ 900 VA.
4. Tegangan Menengah 20-24 kV untuk 1 fasa.
5. Tegangan Rendah 220 V untuk 1 fasa.
6. Satu tiang TR (tegangan rendah) digunakan oleh 10 orang pelanggan.
7. Jarak tiang TM per 50 meter.
8. Jarak tiang per 30 meter.

Pembangkit listrik dari tenaga arus laut, gelombang, pasang surut dan perbedaan suhu air laut tidak memanfaatkan bahan bakar minyak sebagai sumber energi utama, namun tetap menggunakan pelumas mesin sebesar USD cent 0,09/kWh dan juga adanya biaya operasional dan pemeliharaan (O&M cost) sebesar USD cent 0,03/kWh (Azis, 2010). Perhitungan biaya untuk membangun investasi arus laut dapat dijabarkan dengan melakukan perhitungan CRF, perhitungan biaya pembangunan, perhitungan jumlah pembangkitan tenaga listrik (kWh/Tahun). Hasil analisis yang dilakukan menghasilkan besarnya biaya produksi dari setiap energi, yaitu energi arus laut, energi gelombang, energi pasang surut, dan perbedaan suhu air laut yang secara ringkas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Produksi (Rp/kWh) dari Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut, Gelombang Laut, Pasang Surut dan OTEC.**Table 3. Production Costs (Rp/kWh) of Currents, Wave, Tidal and Ocean Thermal Power Plant.**

No.	Jenis Energi/ Type of Energy	Biaya Total/Total Cost (Rp/kWh)	Umur Pembangkit (Tahun)/ Plant Life (Year)	Biaya Investasi/ Investment Cost (USD/ kW)
1.	Arus laut/ Current Ocean	1.268	15	210.000
2.	Gelombang/Wave	1.709	15	811.111
3.	Pasang Surut/ Tidal	2.048	20	175.000
4.	OTEC/Ocean Thermal	4.030	20	6.000.000

Sumber: Data primer (diolah)/Source: Primary data (processed)

Penghitungan besarnya biaya produksi setiap jenis energi secara lengkap dapat dilihat pada lembar Lampiran.

Pengukuran besarnya tarif dari pembangkit listrik dari energi laut dilakukan menggunakan analisis finansial. Pengukuran ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan harga jual yang ditetapkan dari energi laut (finansial) dan dibandingkan dengan tarif dasar listrik yang diberlakukan PLN bagi rumah tangga. Berdasarkan Perpres No. 8 Tahun 2011, harga tarif listrik (TDL) untuk konsumen/pelanggan rumah tangga ditetapkan sebesar Rp 795,00/kWh dengan biaya produksi sebesar Rp 1.163/kWh. Berdasarkan hasil analisis finansial di atas, besarnya tarif listrik yang memanfaatkan sumber daya kelautan menunjukkan harga yang lebih mahal dibandingkan dengan tarif dasar listrik (TDL) bagi rumah tangga dari PLN yang menggunakan sumber energi fosil. Besarnya tarif listrik dari energi laut ini tidak berbeda jauh dengan listrik dari sumber energi alternatif lainnya, seperti harga listrik dari panas bumi, biomassa, mini dan mikro hidro. Bahkan harga listrik dari tenaga surya dan tenaga bayu jauh lebih mahal dibandingkan sumber energi lainnya. Perbandingan harga listrik dari berbagai sumber energi tersebut disajikan dalam Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, harga listrik per kWh yang paling murah bagi rumah tangga adalah listrik yang bersumber dari energi konvensional yang disediakan oleh PT PLN (Persero) dengan memanfaatkan tenaga air (PLTA), solar (PLTD), batubara dan lainnya. Rendahnya harga jual listrik tersebut dikarenakan adanya intervensi pemerintah berupa subsidi harga listrik sebesar Rp 368 per kWh. Sementara harga listrik dari sumber energi alternatif, baik energi laut maupun energi alternatif lainnya tidak memperoleh perlakuan yang sama sehingga harga jual listrik per kWh sama dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Namun demikian, pemerintah berupaya mengurangi besarnya subsidi listrik yang disediakan PLN pada tahun 2013 dengan cara menaikkan tarif dasar listrik (TDL) 15%. Langkah ini ditempuh untuk mengurangi beban APBN karena besarnya subsidi sudah mencapai angka Rp 93,52 triliun (Dhany, 2012).

Sementara itu, harga listrik dari sumber energi alternatif relatif lebih tinggi dibandingkan harga listrik dari PLN karena tidak adanya subsidi dari pemerintah. Bahkan, harga listrik dari energi alternatif lainnya akan dinaikkan pada tahun 2013 (Pradipta, 2012). Untuk kenaikan harga listrik dari panas bumi telah diatur melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 22 Tahun

Tabel 4. Perbandingan Harga Listrik dari Berbagai Sumber Energi di Indonesia.
Table 4. Comparison of Electricity Price from Various Sources of Energy in Indonesia.

No.	Jenis Energi/ Type of Energy	Tarif Listrik/ Electricity Tariffs (Rp/kWh)		Besaran Subsidi per kWh/ Amount of Subsidy per kWh (Rp)
		Subsidi/ Subsidized	Non-Subsidi/ Non-Subsidized	
1.	Energi Konvensional/ Conventional Energy ^{a)}	795	1.163	368
2.	Energi alternatif bersumber dari laut/ Alternative Energy from the Ocean ^{b)}			
	a. Arus Laut/Currents	-	1.268	-
	b. Gelombang Laut/Wave	-	1.709	-
	c. Pasang Surut/Tidal	-	2.048	-
	d. OTEC/Ocean Thermal	-	4.030	-
3.	Energi alternatif lainnya/Others ^{c)}			
	a. Panas bumi/Geothermal ^{d)}	-	1.665	-
	b. Biomassa/Biomass	-	1.050	-
	c. Mini dan mikro hidro/ Mini and micro hydro	-	1.050	-
	d. Tenaga surya/Solar	-	3.135	-
	e. Tenaga bayu/Wind energy	-	1.810	-

Sumber/Source : ^{a)}Perpres No. 8 Tahun 2011

^{b)}Data primer (diolah)/Primary data (processed)

^{c)}Pradipta (2012)

^{d)}Permen ESDM No. 22 Tahun 2012

2012. Hal ini ditujukan agar PLN akan membeli listrik dengan harga lebih mahal dari pihak swasta yang menghasilkan energi alternatif tersebut. Dengan demikian, tingginya harga listrik dari energi alternatif ini diharapkan akan mengundang investor, baik asing maupun dalam negeri untuk membangun pembangkit listrik dari sumber energi baru terbarukan karena proyek yang ditawarkan bernilai ekonomis. Pada gilirannya, diharapkan ke depan terjadi peralihan (*shifting*) konsumsi listrik dari sumber energi konvensional ke sumber energi alternatif (Pradipta, 2012).

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan bahwa potensi energi yang berasal dari laut yang dimiliki Indonesia sangat besar. Namun demikian, pemanfaatannya belum optimal yang ditunjukkan oleh tahap pengembangannya yang masih dalam tahap riset murni dan uji coba dalam skala laboratorium. Dengan demikian, kegiatan *pilot project* belum terealisasi hingga saat ini karena terkendala oleh aspek teknis (padat teknologi) dan ekonomi (padat modal). Di sisi lain, listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan energi laut secara potensi menunjukkan hasil yang signifikan, khususnya bagi masyarakat pesisir sebagai masyarakat yang memiliki akses terdekat dengan sumber energi laut. Listrik yang dihasilkan tersebut dapat memenuhi kebutuhan listrik yang belum terlayani oleh PLN sebagai satu-satunya pihak yang menyuplai listrik bagi masyarakat.

Berdasarkan hasil analisis finansial pembangunan pembangkit listrik tenaga laut, dari energi laut yang dinilai memiliki peluang untuk dikembangkan adalah energi arus laut, gelombang laut dan pasang surut. Hal ini ditunjukkan dari besarnya tarif listrik per kWh yang dihasilkan dinilai mampu bersaing dengan tarif listrik non subsidi yang dijual oleh PLN seharga Rp1.163/kWh, yaitu sebesar Rp1.268/kWh untuk energi arus laut, Rp 1.709/kWh untuk energi gelombang laut dan Rp 2.048/kWh untuk energi pasang surut. Sementara itu, tarif listrik yang dihasilkan energi dari perbedaan suhu air laut (OTEC) dinilai mahal karena tarifnya relatif masih tinggi, yaitu mencapai Rp4.030/kWh sehingga cenderung tidak mampu bersaing dengan tarif listrik konvensional yang kurang lebih empat kali lipat lebih murah.

Implikasi Kebijakan

Sesuai dengan amanat perundang-undangan dan kebijakan energi nasional maka pemerintah perlu menciptakan kondisi yang kondusif bagi pengembangan dan pemanfaatan energi alternatif, khususnya energi laut. Hasil kajian menunjukkan bahwa rencana pemerintah tersebut perlu mempertimbangkan harga jual listrik dari energi baru terbarukan (EBT) kepada masyarakat. Apabila harga atau tarif listrik dari PLN masih lebih rendah dibandingkan dengan tarif listrik EBT maka masyarakat akan tetap bertahan untuk menggunakan energi konvensional.

Hasil kajian menunjukkan bahwa tarif listrik konvensional hingga saat ini masih diberikan insentif berupa subsidi dari pemerintah sehingga tarifnya jauh lebih rendah dibandingkan biaya produksi untuk memproduksi listrik dari energi laut. Di sisi lain, hasil kajian menunjukkan biaya produksi yang dikeluarkan oleh listrik konvensional dan EBT tidak jauh berbeda. Kondisi ini akan membuat energi laut tidak akan mampu bersaing dengan listrik PLN dalam hal tarif listrik. Untuk menciptakan kondisi yang kondusif maka pemerintah memiliki 2 (dua) alternatif, yaitu menghapus subsidi listrik PLN atau memberi subsidi tarif listrik untuk semua sumber energi agar harga listrik yang ditawarkan ke masyarakat dapat bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Achiruddin, D. 2011. Energi Laut, bahan presentasi dalam Workshop Arus Laut 2011.
- Azis, A. 2010. Studi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Arus Laut di Selat Alas Kabupaten Lombok, NTB. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Teknik Elektro.
- Busaeri. 2011. Aspek Penting dalam Pengembangan Teknologi Energi Kelautan (Ocean Energy Device). <http://oceanenergydevelopment.blogspot.com/-2011/03/teknologi-pengembangan-energi-kelautan.html>. (diakses tanggal 12 Januari 2012).
- Derian, D. 2011. Pengembangan Energi Laut. Jakarta.
- Dhany, R.R. 2012. Kementerian ESDM: Tarif Listrik Indonesia Terendah se-ASEAN. <http://finance.detik.com/read/2012/09/17/090929/2021295/1034/kementerian-esdm-tarif-listrik-indonesia-ter->

- endah-se-asean.(diakses tanggal 4 Desember 2012).
- Erwandi. 2011. Pengembangan Regulasi, Standarisasi dan Sertifikasi Penetapan Teknologi Energi Laut, bahan presentasi dalam Workshop Arus Laut 2011.
- Kementerian ESDM. 2008. "Hingga 2030, Permintaan Energi Dunia Meningkat 45 %". www.esdm.go.id/berita/umum/37-umum/2133-hingga-2030-permintaan-energi-dunia-meningkat-45.html. (diakses tanggal 20 Juni 2012).
- Kementerian ESDM. 2012. Konservasi dan Efisiensi Energi. www.esdm.go.id. (diakses tanggal 19 Juni 2012).
- Mamahit, C.E.J. 2010. Pengembangan Konversi Energi Panas Laut (Development of Ocean Thermal Energy Conversion). jurnalelektro.files.wordpress.com (diakses tanggal 18 Juni 2012).
- Moertini, V.S. 2002. Energi Baru dan Terbarukan (EBT): Kajian Potensi dan Teknologi Konversinya. Jurnal SIGMA. 5 (1) : 21-36.
- Mukhtasor. 2012. Pengembangan Energi Laut di Indonesia. Jakarta: Asosiasi Energi Laut Indonesia.
- Nugroho, Y. 2011. Perkembangan dan Permasalahan Energi Laut, bahan presentasi dalam Workshop Perumusan Model Pengembangan Energi Laut 2011.
- Pradipta, V.A. 2012. Tarif Listrik dari Energi Baru Terbarukan Segera Naik. <http://www.bisnis.com/articles/tarif-listrik-dari-energi-baru-terbarukan-segera-naik>. (diakses tanggal 4 Desember 2012).
- Puspitarini, D. 2009. Kajian Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Ombak di Daerah Sabang, Indonesia. Bandung: Institut Teknologi Bandung, Jurusan Teknik Elektro.
- Republik Indonesia. 2011. Peraturan Presiden No. 8 Tahun 2011 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara. Sekretariat Kabinet. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 22 Tahun 2012 Tentang Penugasan Kepada PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) untuk Melakukan Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dan Harga Patokan Pembelian Tenaga Listrik oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dari Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 850. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Santosa, J. dan Yudiartono. 2011. Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Nasional Jangka Panjang di Indonesia. http://www.oocities.org/markal_bppt/publish/pltkcl/pljoko.pdf. (diakses tanggal 12 Maret 2013).

Lampiran/Appendix

Analisis finansial dilakukan terhadap empat jenis energi, yaitu arus laut, gelombang laut, pasang surut dan perbedaan suhu air laut (OTEC). Perhitungan biaya produksi untuk setiap jenis sumber energi laut adalah sebagai berikut.

Energi Arus Laut

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) memanfaatkan arus laut sehingga tidak memanfaatkan bahan bakar minyak sebagai sumber energi utama, namun tetap menggunakan pelumas mesin dengan biaya sebesar USD Cent 0,09/kWh. Perhitungan biaya untuk membangun investasi arus laut dilakukan dengan perhitungan CRF, perhitungan biaya pembangunan, perhitungan jumlah pembangkitan tenaga listrik (kWh/Tahun). Data yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Biaya Modal (*Capital Cost – CC*)

Perhitungan ini sangat bergantung dengan tingkat suku bunga (*discount rate*) dan umur ekonomis. Nilai suku bunga yang diperhitungkan adalah suku bunga per tahun yang harus dibayar dengan memperhitungkan umur dari pembangkit dengan rumus (Azis, 2010):

$$CC = \frac{\text{Biaya pembangunan} \times \text{kapasitas pembangkit} \times \text{CRF}}{\text{Jumlah pembangkitan netto tenaga listrik}}$$

$$\text{Biaya pembangunan} = \frac{\text{biaya investasi (investment cost)}}{\text{kapasitas investasi (investment capacity)}}$$

$$\frac{\text{USD 210.000}}{70 \text{ kW}} = \text{USD 3.000/kW}$$

$$\text{a. CRF} = \frac{[i (1+i)^n]}{[(1+i)^n - 1]}$$

$$\text{CRF} = 0,11$$

$$\text{b. Jumlah pembangkit tenaga listrik (kWh) adalah:}$$

$$\text{kWh} = \text{daya terpasang} \times \text{faktor kapasitas} \times 8.760 \text{ hari (24 jam} \times 365 \text{ hari)}$$

$$= 70 \text{ kW} \times 0,3 \times 8.760$$

$$= 183.960 \text{ kWh/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka besarnya biaya modal (*capital cost*) adalah:

$$(3.000/\text{kW} \times 70 \times 0,11)$$

$$\text{CC} = 183.960$$

$$= \text{USD 0,1256 /kwh} = \text{USD Cent 12,56/kWh}$$

2. Perhitungan Total Biaya Pembangkit

$$\text{Total Cost (TC)} = \text{Capital Cost (CC)} + \text{Fixed Cost (FC)} + \text{O\&M}$$

$$\text{TC} = \text{USD Cent 12,56/kWh} + \text{USD Cent 0,09/kWh} + \text{USD Cent 0,03/kWh}$$

$$= \text{USD Cent 12,68/ kWh} = \text{USD 0,1268/kWh}$$

Dengan menggunakan asumsi USD 1 setara dengan Rp 10.000 maka besarnya total biaya pembangkit untuk energi arus laut adalah sebesar Rp 1.268/kWh.

Tabel 1. Biaya Investasi Energi Arus Laut.

Table 1. Investment Cost of Current Ocean Energy.

No.	Jenis Data/Types of Data	Nilai/Value
1.	Kapasitas Terpasang/ <i>Investment Capacity</i>	70 kW
2.	Umur Pembangkit/ <i>Plant Life</i>	20 tahun
3.	Biaya Investasi/ <i>Investment Cost</i>	USD 210.000/kW
4.	Suku bunga/ <i>Interest</i>	10%
5.	Faktor Kapasitas (kWh terpasang/kWh terpakai)/ <i>Capacity Factor (installed kWh/used kWh)</i>	30%
6.	Biaya bahan bakar/ <i>Fuel Cost (fixed cost – FC)</i>	USD 0,09 cent/kWh
7.	Biaya operasi dan perawatan/ <i>Operation and Maintenance Cost (O & M)</i>	USD 0,03 cent/kWh

Sumber: data diolah dari berbagai sumber, 2012/*Source: Secondary data, 2012 (processed)*

Energi Gelombang Laut

Data yang digunakan dalam perhitungan biaya pembangkit untuk energi gelombang laut disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Biaya Investasi Energi Gelombang Laut.
Table 2. Investment Cost of Wave Ocean Energy.

No.	Jenis Data/Types of Data	Nilai/Value
1.	Kapasitas Terpasang/ <i>Investment Capacity</i>	100 kW
2.	Umur Pembangkit/ <i>Plant Life</i>	20 tahun
3.	Biaya Investasi/ <i>Investment Cost</i>	USD 811.111,11
4.	Suku bunga/ <i>Interest</i>	10%
5.	Faktor Kapasitas (kWh terpasang/kWh terpakai)/ <i>Capacity Factor (installed kWh/used kWh)</i>	60%
6.	Biaya bahan bakar/ <i>Fuel Cost (fixed cost – FC)</i>	USD 0,09 cent/kWh
7.	Biaya operasi dan perawatan/ <i>Operation and Maintenance Cost (O & M)</i>	USD 0,03 cent/kWh

Sumber: data diolah dari berbagai sumber, 2012/*Source: Secondary data, 2012 (processed)*

1. Perhitungan Biaya Modal (*Capital Cost – CC*)

$$CC = \frac{\text{Biaya pembangunan} \times \text{kapasitas pembangkit} \times CRF}{\text{Jumlah pembangkitan netto tenaga listrik}}$$

$$\text{Biaya pembangunan} = \frac{\text{biaya investasi (investment cost)}}{\text{kapasitas investasi (investment capacity)}} = \frac{\text{USD 811.111,11}}{100 \text{ kW}} = \text{USD 811.111,11/kW}$$

a. $CRF = [i (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$

$CRF = 0,11$

b. Jumlah pembangkit tenaga listrik (kWh) adalah:

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= \text{daya terpasang} \times \text{faktor kapasitas} \times \\ &\quad 8.760 \text{ hari (24 jam} \times 365 \text{ hari)} \\ &= 100 \text{ kW} \times 0,6 \times 8.760 \\ &= 524.600 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka besarnya biaya modal (*capital cost*) adalah:

$$CC = \frac{(811.111,11/\text{kW} \times 100 \times 0,11)}{525.600}$$

$$= \text{USD 0,1697 /kwh} = \text{USD Cent 16,97/kWh}$$

2. Perhitungan Total Biaya Pembangkit

$$\text{Total Cost (TC)} = \text{Capital Cost (CC)} + \text{Fixed Cost (FC)} + \text{O\&M}$$

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{USD cent 16,97 /kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,09/kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,03/kWh} \\ &= \text{USD cent 17,09 /kWh} = \\ &\quad \text{USD 0,1709 /kwh} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan asumsi USD 1 setara dengan Rp 10.000 maka besarnya total biaya pembangkit untuk energi gelombang laut adalah sebesar Rp 1.709 /kWh.

Energi Pasang Surut

Data yang digunakan dalam perhitungan biaya pembangkit untuk energi pasang surut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Investasi Energi Pasar Surut.
Table 3. Investment Cost of Tidal Energy.

No.	Jenis Data/Types of Data	Nilai/Value
1.	Kapasitas Terpasang/ <i>Investment Capacity</i>	70 kW
2.	Umur Pembangkit/ <i>Plant Life</i>	20 tahun
3.	Biaya Investasi/ <i>Investment Cost</i>	USD 175.000
4.	Suku bunga/ <i>Interest</i>	10%
5.	Faktor Kapasitas (kWh terpasang/kWh terpakai)/ <i>Capacity Factor (installed kWh/used kWh)</i>	37%
6.	Biaya bahan bakar/ <i>Fuel Cost (fixed cost – FC)</i>	USD 0,09 cent/kWh
7.	Biaya operasi dan perawatan/ <i>Operation and Maintenance Cost (O & M)</i>	USD 0,03 cent/kWh

Sumber: data diolah dari berbagai sumber, 2012/*Source: Secondary data, 2012 (processed)*

1. Perhitungan Biaya Modal (*Capital Cost – CC*)

$$CC = \frac{\text{Biaya pembangunan} \times \text{kapasitas pembangkit} \times \text{CRF}}{\text{Jumlah pembangkitan netto tenaga listrik}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembangunan} &= \frac{\text{biaya investasi (investment cost)}}{\text{kapasitas investasi (investment capacity)}} \\ &= \frac{\text{USD 175.000}}{70 \text{ kW}} = \text{USD 2.500/kW} \end{aligned}$$

a. $CRF = [i (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$

CRF = 0,11

b. Jumlah pembangkit tenaga listrik (kWh) adalah:

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= \text{daya terpasang} \times \text{faktor kapasitas} \times \\ &\quad 8.760 \text{ hari (24 jam} \times 365 \text{ hari)} \\ &= 70 \text{ kW} \times 0,37 \times 3.650 \\ &= 94.535 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka besarnya biaya modal (*capital cost*) adalah:

$$CC = \frac{(2.500/\text{kW} \times 100 \times 0,11)}{94.535}$$

= USD 0,2036 /kwh = USD Cent 20,36/kWh

2. Perhitungan Total Biaya Pembangkit

$$\text{Total Cost (TC)} = \text{Capital Cost (CC)} + \text{Fixed Cost (FC)} + \text{O\&M}$$

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{USD Cent 20,36/kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,09/kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,03/kWh} \\ &= \text{USD Cent 20,48/kWh} = \\ &\quad \text{USD 0,2048/kWh} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan asumsi USD 1 setara dengan Rp 10.000 maka besarnya total biaya pembangkit untuk energi gelombang laut adalah sebesar Rp 2.048 /kWh.

Energi Perbedaan Suhu Air Laut (OTEC)

Data yang digunakan dalam perhitungan biaya pembangkit untuk energi pasang surut disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Investasi Energi Perbedaan Suhu Air Laut (OTEC).
Table 4. Investment Cost of Ocean Thermal Energy.

No.	Jenis Data/Types of Data	Nilai/Value
1.	Kapasitas Terpasang	1.000 kW
2.	Umur Pembangkit	20 tahun
3.	Biaya Investasi	USD 6.000.000/kW
4.	Suku bunga	10%
5.	Faktor kapasitas(kWh terpasang/kWh terpakai)	30%
6.	Biaya bahan bakar (<i>fixed cost – FC</i>)	USD 0,09 cent/kWh
7.	Biaya operasi dan perawatan (O & M)	USD 0,03 cent/kWh

Sumber: data diolah dari berbagai sumber, 2012/Source: Secondary data, 2012 (processed)

1. Perhitungan Biaya Modal (*Capital Cost – CC*)

$$CC = \frac{\text{Biaya pembangunan} \times \text{kapasitas pembangkit} \times CRF}{\text{Jumlah pembangkitan netto tenaga listrik}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembangunan} &= \frac{\text{biaya investasi (investment cost)}}{\text{kapasitas investasi (investment capacity)}} \\ &= \frac{\text{USD 6.000.000}}{1.000 \text{ kW}} = \text{USD 6.000/kW} \end{aligned}$$

a. $CRF = [i (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$

CRF = 0,11

b. Jumlah pembangkit tenaga listrik (kWh) adalah:

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= \text{daya terpasang} \times \text{faktor kapasitas} \times \\ &\quad 8.760 \text{ hari (24 jam} \times 365 \text{ hari)} \\ &= 1.000 \text{ kW} \times 0,3 \times 5.475 \\ &= 1.642.500 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka besarnya biaya modal (*capital cost*) adalah:

$$CC = \frac{(\text{USD 6.000/kW} \times 1.000 \times 0,11)}{1.642.500}$$

$$= \text{USD 0,4018 /kwh} = \text{USD Cent 40,18/kWh}$$

2. Perhitungan Total Biaya Pembangkit

$$\text{Total Cost (TC)} = \text{Capital Cost (CC)} + \text{Fixed Cost (FC)} + \text{O\&M}$$

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{USD Cent 40,18/kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,09/kWh} + \\ &\quad \text{USD Cent 0,03/kWh} \\ &= \text{USD Cent 40,30/kWh} = \\ &\quad \text{USD 0,4030/kWh} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan asumsi USD 1 setara dengan Rp 10.000 maka besarnya total biaya pembangkit untuk energi gelombang laut adalah sebesar Rp 4.030 /kWh.